

AD

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-062514

(43)Date of publication of application : 28.02.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/015  
H01S 5/062

(21)Application number : 2000-246189

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 15.08.2000

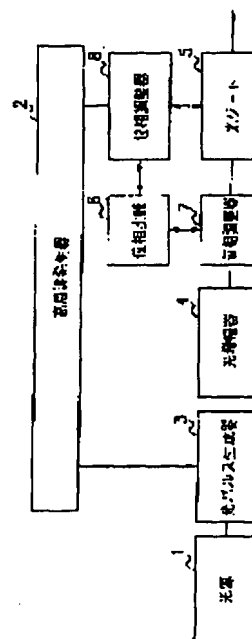
(72)Inventor : SANJO HIROAKI  
YOSHIKUNI YUZO

## (54) MULTIPLE WAVELENGTH GENERATOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a multiple wavelength generator capable of generating light which has spectral components arranged in equal frequency intervals and in which all of respective spectral components have large light intensity and also whose SN ratio is satisfactory.

**SOLUTION:** Light from a light source 1 is made incident on a light pulse generator 3 to which a sine wave voltage which is supplied from a high frequency generator 2 is applied and which has a frequency (f). And then the generator 3 generates light pulses which are constituted of many spectrums arranged in equal light frequency (f) intervals and have a repetition frequency 1/f. Then, the light pulses are amplified in a light amplifier 4 and moreover is made incident on a light gate 5 to which the sine wave voltage having the frequency (f) is applied and naturally emitted rays of light from the light amplifier 4 are eliminated by making the light pulses amplified in the amplifier 4 to pass through the light gate 5 only at the time when the amplified light pulses are being made incident on the gate 5 and by making them not to pass through the gate 5 at a time other than that time.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3701849

[Date of registration] 22.07.2005

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-62514  
(P2002-62514A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 2 F 1/015	5 0 2	G 0 2 F 1/015	5 0 2 2 H 0 7 9
H 0 1 S 5/062		H 0 1 S 5/062	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-246189 (P2000-246189)

(22) 出願日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 三条 広明

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 吉國 裕三

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

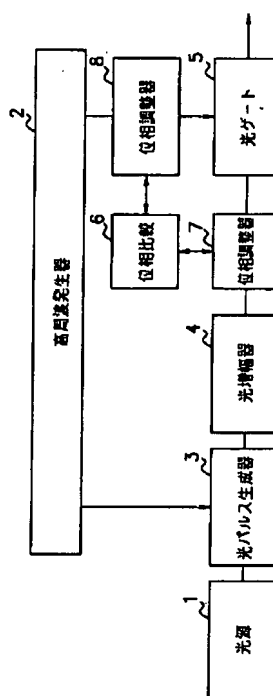
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多波長発生器

(57) 【要約】

【課題】 等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有し、各スペクトル成分とも光強度が大きく、かつ信号対雑音比が良好である光を発生し得る多波長発生器を提供すること。

【解決手段】 光源1からの光を、高周波発生器2からの周波数  $f$  の正弦波電圧が印加された光パルス生成器3に入射し、光周波数間隔  $f$  で等間隔に並んだ多数のスペクトルからなる繰り返し周期  $1/f$  の光パルスが発生する。これを光増幅器4により増幅し、さらに周波数  $f$  の正弦波電圧が印加されている光ゲート5に入射し、ここで光増幅器4で増幅された光パルスが入射している時刻のみ透過させ、それ以外の時刻では透過させないことにより、光増幅器4からの自然放出光を除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の高周波信号を発生する高周波発生器と、

前記高周波信号に従って外部から入力された光を変調し、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有する光パルスを生成する光パルス生成器と、

前記光パルスを増幅する光増幅器と、

前記高周波信号に従って増幅後の光パルスを通過・遮断する光ゲートと、

増幅後の光パルスの位相と光ゲートの開閉の位相とを同期させる手段とを備えたことを特徴とする多波長発生器。

【請求項 2】 所定の高周波信号を発生する高周波発生器と、

前記高周波信号に従って外部から入力された光を通過・遮断し、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有する光パルスを生成する光ゲートと、

前記光パルスを増幅する光増幅器と、

増幅後の光パルスを前記光ゲートに戻す手段と、

増幅後の光パルスの位相と光ゲートの開閉の位相とを同期させる手段とを備えたことを特徴とする多波長発生器。

【請求項 3】 所定の高周波信号を発生する高周波発生器と、

前記高周波信号に従って外部から入力された光を変調し、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有する光パルスを生成する第 1 の電界吸収型光変調器と、

前記光パルスを増幅する半導体光増幅器と、

前記高周波信号に従って増幅後の光パルスを通過・遮断する第 2 の電界吸収型光変調器とを備え、

半導体光増幅器の両端にそれぞれ第 1 及び第 2 の電界吸収型光変調器が集積化され、これらに対して半導体光増幅器中の光の伝播速度と速度整合が取られている電極が少なくともその両端において第 1 及び第 2 の電界吸収型光変調器に接続する如く形成され、該電極を介して第 1 及び第 2 の電界吸収型光変調器に高周波信号が印加されていることを特徴とする多波長発生器。

【請求項 4】 所定の高周波信号を発生する高周波発生器と、

前記高周波信号に従って外部から入力された光を通過・遮断し、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有する光パルスを生成する電界吸収型光変調器と、

前記光パルスを増幅する半導体光増幅器とを備え、

半導体光増幅器の一端に電界吸収型光変調器が集積化され、半導体光増幅器の他端に反射膜が形成され、半導体光増幅器の光路長が高周波信号の周波数の逆数の整数倍の半分に等しく設定されていることを特徴とする多波長発生器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信や光計測の分野において利用される多波長発生器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有する光を発生する光源は、光通信において波長分割多重伝送の多波長光源や、光計測において光周波数コムとして光周波数測定等に使われている。

【0003】そのようなスペクトル成分を有する光を発生する光源としては、モードロックレーザ、位相変調器により発生させたサイドバンド光等がある。しかし、これらの光源では、光強度が各スペクトル成分に分配されるため、1つのスペクトル成分の光強度は小さくなってしまふ。光通信や光計測への応用上、各スペクトル成分の光強度は大きいほうが好ましいため、光増幅器を用いてこれらの光源からの光を増幅し、光強度を上げていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述したように、光増幅器を用いて光強度を上げると、光増幅器から発せられる自然放光が出力光に付加されてしまうため、出力光の信号対雑音比が劣化することを避けられなかった。

【0005】本発明は、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有し、各スペクトル成分とも光強度が大きく、かつ信号対雑音比が良好である光を発生し得る多波長発生器を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、等しい周波数間隔で並ぶスペクトル成分を有し、そのスペクトル成分の相対的な位相関係が揃っているような光パルスを用い、その出力光強度を光増幅器において増幅した後、光増幅器からの出力を光ゲートにより光パルスの存在する時間のみ取り出すことにより、信号対雑音比の劣化を抑え、出力光強度の大きい多波長発生器を得ることを特徴とする。

【0007】おおもとの光源が、等しい周波数間隔  $f$  で並ぶスペクトル成分を有し、そのスペクトル成分の相対的な位相関係が揃っている場合、その光出力波形はパルス状になる。また、そのパルスは周期  $1/f$  で繰り返される。また、パルスの繰り返し周期に比べ、パルスの時間幅が小さいものを用いる。

【0008】光強度を上げるために、この光出力を光増幅器に入射させる。各スペクトル成分は増幅され、光強度が上がる。しかし、光増幅器から発せられる自然放光が雑音として加わるため、光増幅器から出力される光の信号対雑音比は劣化する。

【0009】そこで、光増幅器からの出力を光ゲートに入射させる。光ゲートは制御信号によりその透過率を大きく変化させるものである。光増幅器からの出力光はパ

ルス状であり、この光パルスのみ光ゲートを透過させるため、光パルスの光ゲートへの入射時刻と光ゲートの透過率が大きくなる時刻とが一致し、かつ光パルスの時間幅と光ゲートの透過率が大きくなっている時間とが等しくなるように光ゲートを制御する。

【0010】このようにすると、光パルスのない時刻では光ゲートの透過率が低いので、光は透過しない。従って、この間は光増幅器で付加された自然放出光が除去される。一方、光パルスが入射する時刻では、光ゲートの透過率は大きくなっているため、光パルスはそのまま透

過する。

【0011】その結果、光ゲートからの出力光は、各スペクトル成分の光強度が増加している。また、雑音源となる自然放出光は光ゲートにより光パルスの無い時刻は除去されている。光パルス幅に比べ、光パルスの繰り返し周期が大きいので、光ゲートはほとんどの時間において透過率が低くなっており、ほとんどの自然放出光はスペクトル上で一様に除去できる。従って、信号対雑音比の劣化はほとんど無い。このようにして、信号対雑音比の良好な、光強度の大きい多波長発生器の実現が可能に

なる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は請求項1に対応する本発明の多波長発生器の第1の実施の形態を示すもので、図中、1は光源、2は高周波発生器、3は光パルス生成器、4は光増幅器、5は光ゲート、6は位相比較器、7、8は位相調整器である。

【0013】レーザダイオード等の光源1からの光（連続光）は、高周波発生器2で発生した周波数 $f$ の正弦波電圧が印加された光パルス生成器3に入射する。光パルス生成器3からは高周波発生器2より印加された正弦波状の電圧により繰り返し周期 $1/f$ のパルス状の光出力が得られる。得られた光パルスはスペクトル上で見ると光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルからなっている。

【0014】光パルス生成器3により生成されたパルス光は光増幅器4により増幅される。光増幅器4を通過後、各スペクトルの光強度は増幅され、高強度のスペクトルが得られる。

【0015】増幅された光は光ゲート5に入射する。光ゲート5は高周波発生器2により周波数 $f$ の正弦波電圧が印加されている。印加正弦波電圧の位相と光ゲート5に入射する光パルスの位相とを位相比較器6で比較し、光パルスが入射するのと同時刻に光ゲート5の透過率が最大になるように、印加正弦波電圧の位相と光パルスの位相を位相調整器7、8で調整する。光ゲート5は光増幅器4で増幅された光パルスが光ゲート5に入射している時刻のみ光を透過し、それ以外の時刻では光を透過しないので、光増幅器4からの自然放出光の大部分はスペクトル上で一様に除去される。

【0016】これにより、光増幅器4からの自然放出光が除去され、結果として信号対雑音比の良好な、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルが得られる。

【0017】各スペクトルの光強度は、光パルス生成器のみを用いて多波長発生器を構成した場合に比べ、光増幅器の利得から光ゲートの透過時の損失を引いた分だけ増加している。従って、等間隔に並んだ多数のスペクトルからなり、信号対雑音比の良好な高出力の多波長発生器が構成できる。

【0018】図2は請求項2に対応する本発明の多波長発生器の第2の実施の形態を示すもので、図中、11は光源、12は高周波発生器、13は光ゲート、14は光増幅器、15は光戻し手段、16は位相比較器、17は位相調整器である。

【0019】レーザダイオード等の光源11からの光（連続光）は、高周波発生器12で発生した周波数 $f$ の正弦波電圧が印加された光ゲート13に入射する。光ゲート13からは高周波発生器12より印加された正弦波状の電圧により繰り返し周期 $1/f$ のパルス状の光出力が得られる。得られた光パルスはスペクトル上で見ると光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルからなっている。

【0020】光ゲート13により生成されたパルス光は光増幅器14により増幅される。光増幅器14を通過後、各スペクトルの光強度は増幅され、高強度のスペクトルが得られる。

【0021】増幅された光は、コーナーキューブ、反射鏡あるいは光ファイバ等の光戻し手段15により元の方向に戻され、光増幅器14を経由して再び光ゲート13に入射する。

【0022】光ゲート13への印加正弦波電圧の位相と光ゲート13に入射する光パルスの位相とを位相比較器16で比較し、光ゲート13の透過率が最大になる時に光ゲート13に光パルスが入射するよう、光パルスの位相を位相調整器17で調整する。光ゲート13は光増幅器14で増幅された光パルスが光ゲート13に入射している時刻のみ光を透過し、それ以外の時刻では光を透過しないので、光増幅器14からの自然放出光の大部分はスペクトル上で一様に除去される。

【0023】この場合、パルス生成と増幅後のゲーティングが、同一の光ゲートで行われるため、光パルス波形と同一の形状で増幅後の光パルスを切り出すことができる。

【0024】これにより、光増幅器14からの自然放出光が除去され、結果として信号対雑音比の良好な、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルが得られる。

【0025】各スペクトルの光強度は、光ゲートのみを用いて多波長発生器を構成した場合に比べ、光増幅器の

利得から光ゲートの透過時の損失を引いた分だけ増加している。従って、等間隔に並んだ多数のスペクトルからなり、信号対雑音比の良好な、高出力の多波長発生器が構成できる。

【0026】図3は請求項3に対応する本発明の多波長発生器の第3の実施の形態を示すもので、図中、21は高周波発生器、22、23は第1、第2の電界吸収型光変調器、24は半導体光増幅器、25は進行波型電極、26、27は無反射膜、28は終端抵抗である。

【0027】半導体光増幅器24の両端に第1の電界吸収型光変調器22と第2の電界吸収型光変調器23が集積されている。また、これらの集積素子の上には進行波型電極25が形成され、集積素子の両端には無反射膜26、27が形成されている。

【0028】進行波型電極25は進行波構造となっており、印加された高周波信号はまず、第1の電界吸収型光変調器22を変調した後、電極を進行し、第2の電界吸収型光変調器23を変調する。この時、通過する光と電極上を進む高周波変調信号は速度整合が取られている。また、進行波型電極25の片側は終端抵抗28が接続されている。

【0029】外部からの光（連続光）は、集積素子の第1の電界吸収型光変調器22側の端面から入射する。入射端側の第1の電界吸収型光変調器22は高周波発生器21よりの周波数 $f$ の正弦波電圧で変調されている。第1の電界吸収型光変調器22の消光特性が非線型なため、光は繰り返し周期 $1/f$ でパルス状に切り出される。この時、得られた光パルスはスペクトル上でみると、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルからなっている。光パルスは半導体光増幅器24を通過し、増幅される。

【0030】出力端側の第2の電界吸収型変調器23には、やはり周波数 $f$ の正弦波変調がかけられるが、電気正弦波変調信号と光パルスは速度整合が取られているため、光パルスがちょうど出力端側の第2の電界吸収型光変調器23に到達するのと同時刻に損失が最小になり、結果として光パルスのみ通過することができ、半導体光増幅器24で付加された自然放出光の大部分はスペクトル上で一様に除去される。

【0031】これにより、半導体光増幅器24からの自然放出光が除去され、結果として信号対雑音比の良好な、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルが得られる。

【0032】図4は請求項4に対応する本発明の多波長発生器の第4の実施の形態を示すもので、31は高周波発生器、32は電界吸収型光変調器、33は半導体光増幅器、34は無反射膜、35は高反射膜、36は光サーキュレータである。

【0033】これは第3の実施の形態を透過型ではなく反射型で実現するものである。

【0034】電界吸収型光変調器32と半導体光増幅器33が光の導波方向に集積されている。また、これらの集積素子の電界吸収型光変調器32側の端面には無反射膜34が形成され、集積素子の半導体光増幅器33側の端面は高反射膜35が形成されている。半導体光増幅器33はその中を光パルスが往復し、再び電界吸収型変調器32に到達するまでの時間がちょうど光パルスの繰り返し周期の整数倍になるように長さを調整してある。

【0035】外部からの光（連続光）は光サーキュレータ36を通り、集積素子の電界吸収型光変調器32側の端面から入射する。電界吸収型光変調器32は高周波発生器10よりの周波数 $f$ の正弦波電圧で変調されている。電界吸収型光変調器32の消光特性が非線型なため、第3の実施の形態と同様に、光は繰り返し周期 $1/f$ のパルス状に切り出される。この時、得られた光パルスはスペクトル上でみると、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルからなっている。

【0036】電界吸収型光変調器32を通過した光は半導体光増幅器33を通過し、高反射膜35で反射され、半導体光増幅器33を経由して、再び電界吸収型光変調器32に入射する。半導体光増幅器33には電流が注入されており、利得を有しているので、光がこの中を通過すると光強度が増幅される。また、半導体光増幅器33により自然放出光が付加される。

【0037】パルス光が再び電界吸収型光変調器32に入射するまでの時間は光パルスの繰り返し周期の整数倍になっているので、パルス光が再び電界吸収型光変調器32に入射する時には透過率が最大になっている。従って、光パルスのみが電界吸収型光変調器32を通過し、光パルスがない時刻の自然放出光は除去される。得られた光は光サーキュレータ36を通過して出力される。

【0038】これにより、半導体光増幅器33からの自然放出光の大部分がスペクトル上で一様に除去され、結果として信号対雑音比の良好な、光周波数間隔 $f$ で等間隔に並んだ多数のスペクトルが得られる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光増幅器により付加される自然放出光の大部分をスペクトル上で一様に除去でき、信号対雑音比に優れた各スペクトル強度の大きい光出力を得ることができる。

【0040】また、第1の実施の形態（請求項1）では、個別の光部品を組み合わせることで、光強度、スペクトル成分等を任意に組み合わせることが可能である。

【0041】また、第2の実施の形態（請求項2）では、光パルスの生成とゲーティングが同一の光ゲートで行われるので、高周波で動作させる光部品数が削減される。また、ゲーティングが光パルス波形と同一の波形で行われるので、光パルスのみを理想的に切り出すことができる。

【0042】また、第3、第4の実施の形態（請求項

3、4)では、構成部品がモノリシック集積されており、小型で取り扱いが容易である。

【0043】さらにまた、第3の実施の形態では、光の入力側と出力側が別のため、使用が容易であり、第4の実施の形態では、電界吸収型光変調器が1個で済む。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多波長発生器の第1の実施の形態を示す構成図

【図2】本発明の多波長発生器の第2の実施の形態を示す構成図

【図3】本発明の多波長発生器の第3の実施の形態を示す構成図

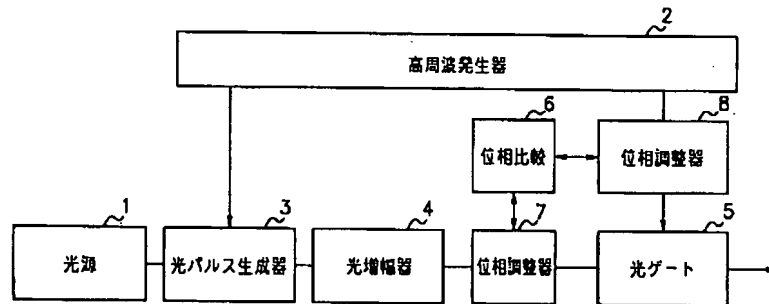
\* 構成図

【図4】本発明の多波長発生器の第4の実施の形態を示す構成図

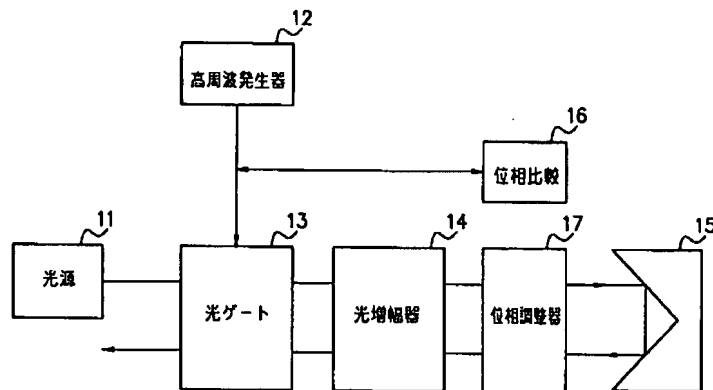
【符号の説明】

1, 11: 光源、2, 12, 21, 31: 高周波発生器、3: 光パルス生成器、4, 14: 光増幅器、5, 13: 光ゲート、6, 16: 位相比較器、7, 8, 17: 位相調整器、22, 23, 32: 電界吸収型光変調器、24, 33: 半導体光増幅器、25: 進行波型電極、26, 27, 34: 無反射膜、28: 終端抵抗、35: 高反射膜、36: 光サーキュレータ。

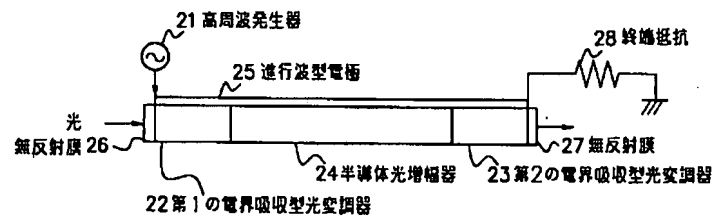
【図1】



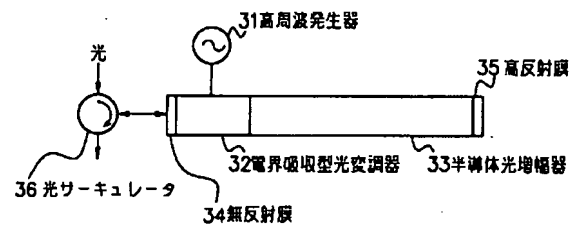
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA13 BA01 CA04 CA24  
 EA07 EB04 GA01 HA01 HA11  
 KA18 KA20  
 5F073 AB21 BA01 BA09 EA04 EA29  
 GA24